

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства  
та природокористування

Кафедра будівельних, дорожніх, меліоративних  
сільськогосподарських машин та обладнання

**02-01-489**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт  
з навчальної дисципліни  
**«Сільськогосподарські машини»**  
на тему:

**«Механічна трансмісія.**

**Гідравлічні системи керування»**

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія»  
спеціальності 208 «Агроінженерія»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
Науково-методичною  
радою з якості ННМІ  
Протокол № 2  
від 07.04.2020 р.

Рівне – 2020

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Сільськогосподарські машини» на тему: «Механічна трансмісія. Гідравлічні системи керування» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Сиротинський О. А., Дмишук М. Д. – Рівне : НУВГП, 2020. – 14 с.

Укладачі: Сиротинський О. А., кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання; Дмишук М. Д., старший викладач кафедри лісівництва Надслучанського інституту НУВГП.

Відповідальний за випуск – Кравець С. В., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання.

Керівник групи забезпечення

Налобіна О. О.

## ЗМІСТ

1. Правила техніки безпеки при проведенні лабораторних занять з навчальної дисципліни «Сільськогосподарські машини» .....	3
2. Лабораторна робота № 1. Механічна трансмісія .....	4
3. Лабораторна робота № 2. Гідравлічні системи керування .....	11
Рекомендована література .....	14

© О. А. Сиротинський,  
М. Д. Дмишук, 2020  
© НУВГП, 2020

# ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ «СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ»

**Техніка безпеки** - це система технічних засобів і прийомів, що забезпечують безпеку умов праці. Тому питання техніки безпеки повинні бути в центрі уваги не тільки при роботі на машинах, але й при проведенні лабораторно-практичних занять.

Робоче місце повинне бути добре освітлено.

Досліджувану машину і монтажний стіл не можна захащувати деталями, вузлами й допоміжним устаткуванням. Монтажний стіл повинен бути міцним і покритий листовою сталлю, а пристосування й інструмент - справними. Біля машини повинні вільно працювати шість студентів.

Необхідно користуватись лише гайковими ключами, розміри яких відповідають розмірам гайок. Не можна застосовувати вставки між гранями гайок і губками ключа. Забороняється нарощувати ключі іншими гайковими ключами.

Машини, що піднімаються домкратом, треба міцно встановлювати на козли чи підставку.

При розбиранні і зборці дискового луцильника, фрези, ріжучого апарата косарок, а також інших машин і механізмів необхідно використовувати рукавиці.

Піднімати, переміщувати і встановлювати на місце важкі і громіздкі вузли чи деталі треба не одному студенту, а декільком, погоджуючи при цьому свої дії.

Забороняється перевіряти пальцем збіг отворів у деталях, що з'єднуються. Для цього потрібно використовувати слюсарний пробоець.

Не слід класти інструмент і зняті з машини деталі на край монтажного столу чи залишати на машині, що розбирається.

При вивертанні гайок голівки болтів від провертання потрібно утримувати не руками, а гайковим ключем.

Не можна працювати з несправним інструментом.

Забороняється використовувати бункера саджалок, насінні шухляди сівалок і інші ємності машин для збереження в них деталей і інструмента.

Не можна перемішувати руками зерно в насінній шухляді під час роботи висівних апаратів.

Запускати машини в роботу потрібно за умовним сигналом, переконавшись попередньо, що на робочих органах і обертових частинах не залишилося інструмента й інших сторонніх предметів.

При виконанні завдань, пов'язаних із запуском двигуна трактора і навішенням на нього знарядь, треба дотримувати наступні правила:

- двигун трактора запускати з дозволу викладача й у його присутності;
- перед запуском двигуна важелі коробки зміни передач поставити в нейтральне положення;
- на маховик пускового двигуна намотувати не більш двох витків пускового шнура;
- не намотувати пусковий шнур на руку;
- запускаючи двигун, не знаходитися напроти маховика;
- при підйомі механізмом трактора навішених машин у транспортне положення знаходитись від них на відстані не менш метра.

# Лабораторна робота № 1

## МЕХАНІЧНА ТРАНСМІСІЯ

### Мета роботи:

1. В процесі виконання роботи студенти повинні вивчити:
  - а) призначення, переваги та недоліки механічних трансмісій сільськогосподарських машин;
  - б) конструкцію та роботу пасової, ланцюгової, зубчастої та черв'ячної передач;
  - в) способи графічного зображення елементів механічних передач.
2. Скласти кінематичну схему трансмісії.
3. Провести вимірювання параметрів передач трансмісії та визначити її загальне передаточне число, крутний момент, потужність та ККД.

### Обладнання та інструмент:

1. Лабораторна установка “Механічна трансмісія”.
2. Мультимедійні презентації. Вузли та деталі механічних передач.
3. Вимірювальний інструмент.

### Основні правила техніки безпеки

1. Електроживлення до установки може підключати лише лаборант або викладач, який веде заняття.
2. Перед вмиканням установки попередити про це студентів, які приймають участь в дослідках.
3. Вмикання установки проводиться з дозволу викладача, який веде заняття.
4. Вимірювання геометричних параметрів виконується при вимкненій установці.

### Загальні поняття

Механічні передачі служать для зміни швидкості, крутного моменту трансмісії чи характеру руху, напрямку руху, площини руху та інших параметрів.

Основними параметрами передач є коефіцієнт корисної дії (ККД), потужність, яка передається, та передаточне число.

ККД можна визначити як відношення потужності  $N_2$  на веденому валу до потужності  $N_1$  на ведучому валу:

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} \quad (1.1)$$

Загальний ККД рівний добуткові ККД елементів передач

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \dots \quad (1.2)$$

Значення ККД приведені в таблиці 1.1.

Потужність, яка передається передачею, визначається

$$N = P \vartheta / 1000, \text{ кВт} \quad (1.3)$$

де  $\vartheta$  – швидкість, м/с;  $P$  – діюча сила, Н.

При обертовому русі швидкість визначається за формулою

$$\vartheta = \frac{\pi D n}{60}, \text{ м/с} \quad (1.4)$$

де  $D$  – діаметр кола, по дотичній до якої діє сила, м;  $n$  – частота обертання вала,  $\text{хв}^{-1}$ .

## Значення ККД

№ з/п	Типи підшипників та передач	Числові значення
1.	Підшипники тертя кочення	0,98...0,995
2.	Підшипники тертя ковзання	0,95...0,97
3.	Зубчасті передачі:	
	- відкриті	0,96...0,98
	- такі, що працюють в масляній ванні	0,99...0,995
	- черв'ячні	0,7...0,9
4.	Ланцюгові передачі	0,95...0,995
5.	Пасові передачі	0,99...0,995
6.	Фрикційні передачі	0,92...0,94

Передаточним числом передачі називається відношення кутової швидкості  $\omega_1$ , ведучого вала до кутової швидкості  $\omega_2$  веденого вала

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (1.5)$$

Передаточне число визначається за формулою

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{M_2}{M_1 \eta} \quad (1.6)$$

де  $n_1$  та  $n_2$  – частота обертання ведучого та веденого валів відповідно,  $\text{хв}^{-1}$ ;  $M_1$  та  $M_2$  – крутні моменти на веденому та ведучому валах, Нм;  $\eta$  - ККД від ведучого до веденого вала.

Крутний момент визначається

$$M_{кр} = P \frac{D}{2} = 9550 \frac{N}{n}, \text{ Нм} \quad (1.7)$$

де  $P$  - колове зусилля, Н;  $N$  - потужність на валу, кВт;  $n$  - частота обертання вала,  $\text{хв}^{-1}$ .

Передаточним числом кінематичної пари називається також відношення діаметра (радіуса) веденого колеса до діаметра (радіуса) ведучого; для зубчастої та ланцюгової передач – відношення числа зубців  $Z_2$  на веденій шестерні або зірочці до числа зубців  $Z_1$  на ведучій; для черв'ячної передачі – число зубців  $Z_2$  черв'ячного колеса до числа заходів  $Z_1$  черв'яка.

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (1.8)$$

Передаточне число системи передач рівне добуткові передаточних чисел окремих передач

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \dots \quad (1.9)$$

**Пасові передачі** (рис. 1.1) призначені для передачі обертання між паралельними або перпендикулярними валами. Пасова передача складається із двох шківів, на які надітий нескінченний пас (плоский, трапецевидний, круглий). Паси бувають: бавовняно-паперові, бавовняно-паперові прогумовані, поліамідні, шкіряні.

В плоскостасових передачах передаточні числа можуть досягати 10, а в клинопасових – до 15, потужності, які передаються, відповідно до 2000 кВт та 10000 кВт.

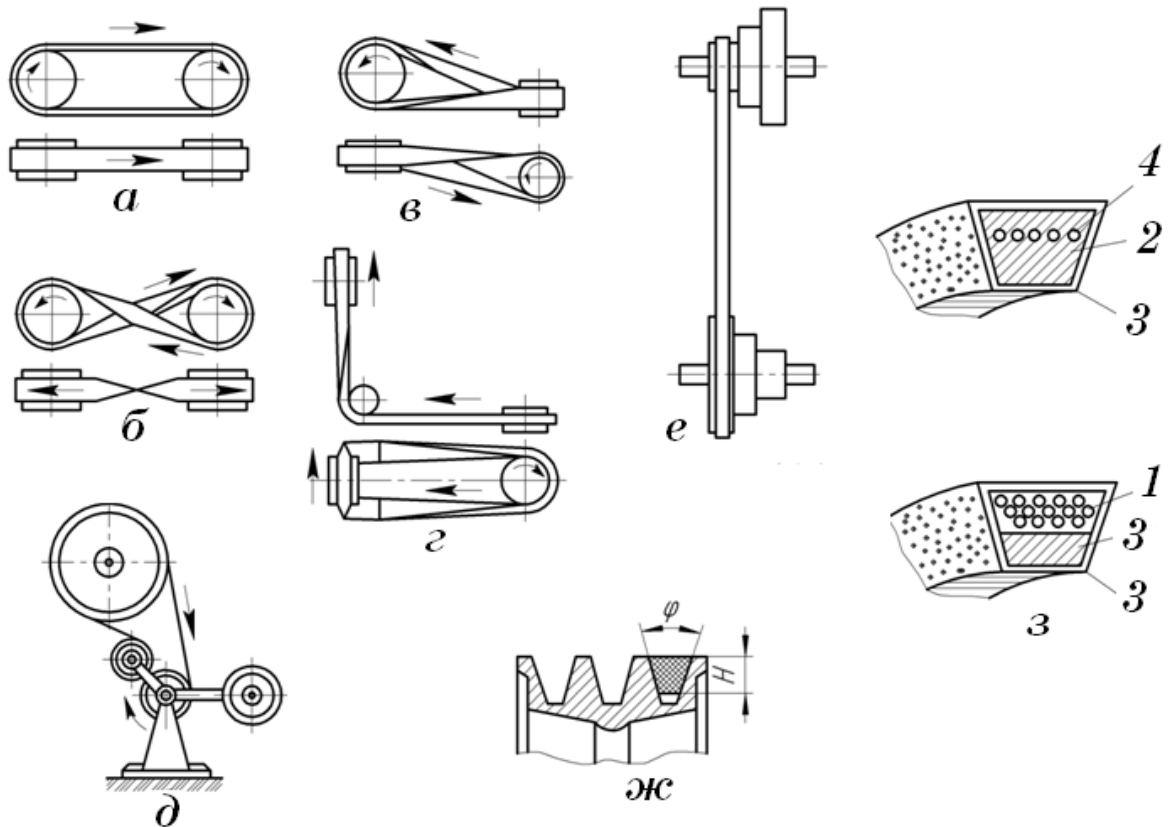


Рис. 1.1. Пасові передачі: **Плоскопасові:** *а* - відкрита; *б* - перехресна; *в* - напівперехрестна; *г* - кутова; *д* - з натяжним роликком; *е* - із східчастими шківками. **Клинопасові:** *ж* - розташування паса на шківку; *з* - види клинових пасів; 1 - кордова тканина; 2 - гумовий наповнювач; 3 - обгортка з прорезиненої тканини; 4 - кордові шнури

Швидкість паса може досягати 30 м/с при прогумованих та 45 м/с при шкіряних пасах.

Міжосьові відстані можуть досягати 15 м в плоскопасових та 5...7 м в клинопасових передачах.

Пасова передача складається з ведучого та веденого шківів і нескінченного паса, що одягнений на них з деяким натягом. Передача енергії відбувається завдяки силі тертя на шківках. Для створення необхідної сили тертя пас повинен бути притиснутий до шківка, цього досягають початковим натягом паса.

За формою поперечного перерізу розрізняють плоско-пасову, клино-пасову та кругло-пасову передачі.

Найбільше розповсюдження мають плоскі та клинові паси.

Пасові передачі мають цілий ряд переваг: можливість передачі на великі відстані (до 10 м і більше), спроможність витримувати перевантаження, плавність ходу та беззвучність.

До **недоліків** слід віднести: непостійність передаточного відношення, великі навантаження на вали та опори, дещо знижений ККД.

Передаточне число ( $i$ ) пасової передачі визначається

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1(1-\varepsilon)}, \quad (1.10)$$

де  $\varepsilon = 0,002...0,03$  - коефіцієнт ковзання.

Головний елемент пасової передачі - привідний пас. Плоскі паси, що мають найбільше застосування в приводах різноманітних машин, виробляють шириною від

15 до 500 мм у виді стрічки, кінці якої з'єднують тим або іншим способом. Виробляють їх з шкіри, прорезиненої, бавовняної та вовняної тканин. Найбільше розповсюдження отримали паси з прорезиненої бавовняної тканиної стрічки-бельтингу.

**Клинові паси** (рис. 1.1, з) - паси трапецеїдального перерізу, в яких робочими є бокові сторони. В залежності від площі поперечного перетину їх виробляють семи стандартних розмірів (О, А, Б, В, Г, Д, Є) нескінченними довжиною від 525 до 14000 мм.

При розрахунку клинових пасів їхнє число, необхідне для даної передачі (звичайно  $z \leq 10$ )

$$z = \frac{(k_d N_1)}{(k N_0)} \quad (1.11)$$

де  $N_1$  - потужність на ведучому шківі;  $N_0$  - потужність, яку може передати один пас;  $k_d$  - коефіцієнт, що характеризує динамічність навантаження;  $k$  - коефіцієнт, який характеризує клинопасову передачу. Він враховує величину кута охоплення пасом меншого шківа, довжину паса та нерівномірність розподілу навантажень по пасах.

**Зубчасті передачі** (рис. 1.2) відносять до механічних передач зачепленням і використовують для передачі крутного моменту між валами. Зубчасті передачі складаються із коліс, по окружності яких нарізані зубці. Зубці коліс знаходяться в зачепленні. Менше із пари зубчастих коліс називається шестернею, а більше – колесом.

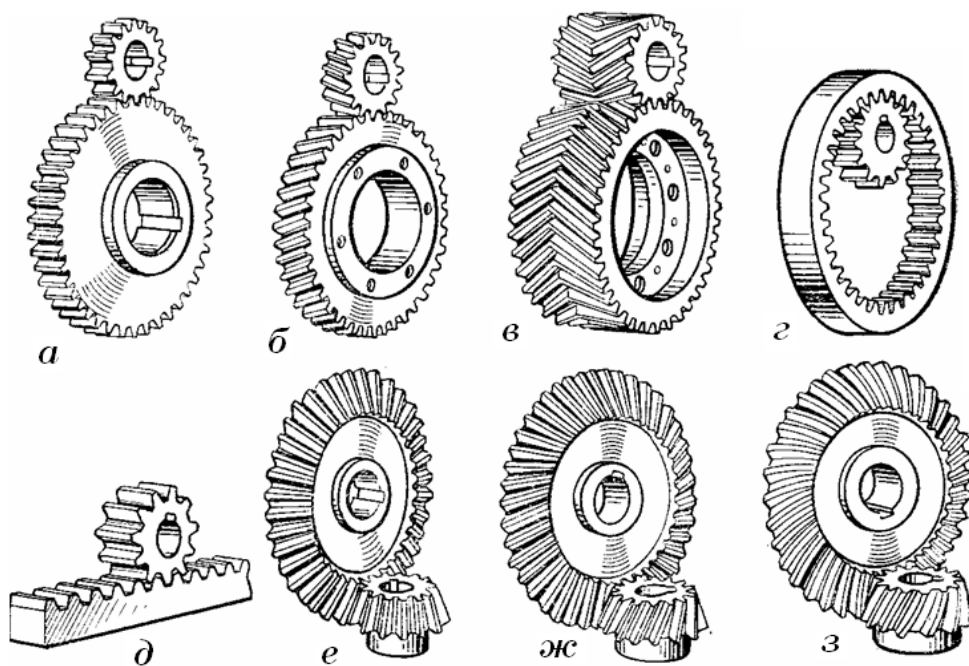


Рис. 1.2. Зубчасті передачі: а - прямозубі; б - косозубі; в - шевронні; г - прямозуба з внутрішнім зачепленням; д - рейкова передача; е - конічна передача з прямим зубом; ж - конічна передача з косим зубом; з - конічна передача з криволінійним зубом

В залежності від відносного розташування валів розрізняють: циліндричні (вали паралельні), конічні (вали взаємно перпендикулярні та перетинаються) та гвинтові (вали взаємно перпендикулярні та перехрещуються) зубчасті передачі. Колеса можуть бути круглі, не круглі та секторні. За формою зубів їх розділяють на: прямозубі (рис. 1.2 а); косозубі (рис. 1.2 б); шевронні (рис. 1.2 в); прямозуба з внутрішнім зачепленням (рис. 1.2 г); рейкова передача (рис. 1.2 д); конічна передача з прямим зубом (рис. 1.2 е); конічна передача з косим зубом (рис. 1.2 ж); конічна передача з криволінійним зубом (рис. 1.2 з).

Зубчастими колесами передається обертання між валами з паралельними осями (циліндричні), які перехрещуються (гвинтові) та осями які перетинаються (конічні).

Крім зовнішнього зачеплення передачі можуть мати і внутрішнє (рис. 1.2 г).

За типом зачеплення зубчасті колеса бувають евольвентні, циклоїдальні, озондальні (змішані) з зубами, профіль яких окреслений дугами кола (передача Новікова).

**Основні переваги зубчастих передач:** висока здатність до навантажень і, як наслідок, малі габарити, велика довговічність та надійність, високий ККД, сталість передаточного відношення (відсутність пробуксовування), можливість використання в широкому діапазоні швидкостей (до 150 м/с), потужностей (до десятків тисяч кВт) і передаточних чисел (до декількох сотень в багатоступеневих редукторах).

**Недоліки зубчастих передач:** підвищені вимоги до точності виготовлення (особливо для швидкісних передач), шум при роботі, висока жорсткість, погано компенсуючі динамічні навантаження.

**Черв'ячні передачі** відносяться до зубчато-гвинтових, їх застосовують для передачі руху між валами, що перехрещуються (рис. 1.3). Черв'ячна передача складається із черв'яка та черв'ячного колеса. Черв'як представляє собою гвинт із трапецевидною різьбою. Черв'як буває однозахідний, двох-, трьох- та чотиризахідний.

Вони знаходять широке застосування в верстатах, підйомно-транспортних і інших машинах невеликих потужностей.

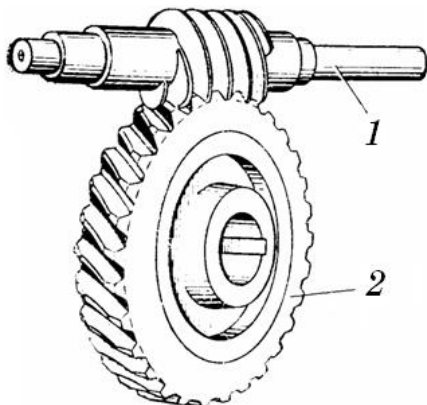


Рис. 1.3. Черв'ячна передача: 1 - черв'як; 2 - черв'ячне колесо

Передаточне число черв'ячної передачі:

$$i = \frac{Z_k}{Z_q} = \frac{n_q}{n_k}, \quad (1.12)$$

де  $Z_k$  – число зубців колеса,  $Z_q$  – число заходів черв'яка,  $n_q$  – частота обертів черв'яка,  $n_k$  – частота обертів колеса.

За допомогою черв'ячної передачі можна отримати передаточне число до 200 (звичайно 30...40).

При роботі черв'ячної передачі ведучим елементом є черв'як. Обертання від черв'ячного колеса, в більшості випадків, не може передаватися черв'яку. В цьому полягає властивість самогальмування.

**Переваги** черв'ячних передач: плавність та безгучність ходу, можливість одержання великих передаточних відношень, компактність.

До **недоліків** черв'ячних передач відносять: невисокий ККД, нагрівання при тривалій роботі, зношування, що потребує застосування кольорових матеріалів (бронза).

Передачі можуть бути відкритими та закритими. Відкриті передачі змащуються (крім пасових) консистентним мастилом та можуть мати захисний кожух. Закриті передачі (редуктори) виконані в жорсткому корпусі та працюють в закритих масляних ваннах.

Для передаточних чисел до 10 редуктори виконують одноступінчастими, до 15...30 – двоступінчастими. Для великих передаточних чисел – трьохступінчастими. Редуктори із конічними колесами виконують одноступінчастими або, в поєднанні з циліндричними - двоступінчастими. Черв'ячні редуктори звичайно виконують одноступінчастими. Передаточне число багатоступінчастих редукторів рівне добутку передаточних чисел кожної пари.

**Недолік:** низький ККД, необхідність виготовлення вінців черв'ячних коліс з дефі-



цитних антифрикційних матеріалів (бронза), сильний нагрів при тривалій роботі.

При використанні черв'ячних передач у вантажопідйомних механізмах (талях) для запобігання самодовільному опусканню вантажу необхідно застосовувати одноходовий черв'як.

**Ланцюгові передачі** використовуються для передачі обертання між двома або декількома валами при великих відстанях між ними. Передача (рис. 1.4) складається із двох або декількох зірочок та нескінченного ланцюга. У більшості випадків використовуються втулково-роликові однорядні або багаторядні ланцюги. Крок ланцюгів коливається від 8 до 120 мм. Застосовуються також втулкові, пластинчасто-зубчасті, гакові та стержневі ланцюги.

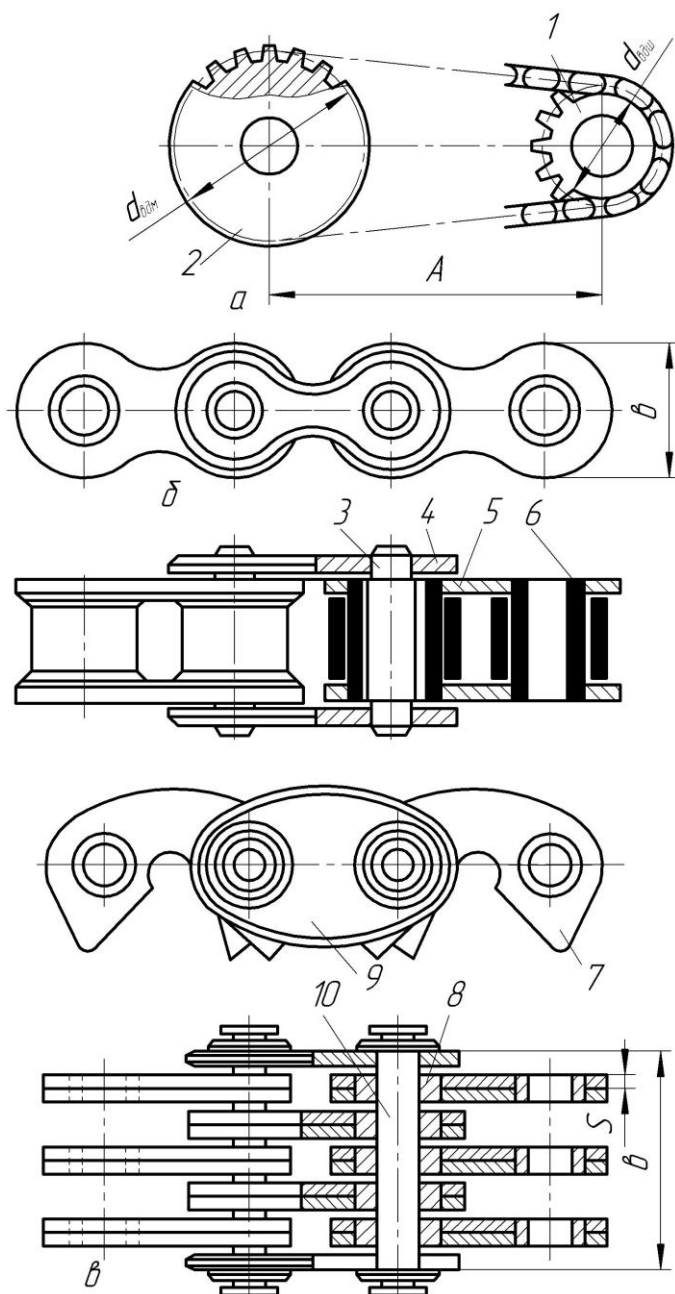


Рис. 1.4. Ланцюгова передача:

*а - схема; б - втулково-роликовий ланцюг; в - зубчастий ланцюг; 1 - ведуча зірочка; 2 - ведена зірочка; 3 - валик; 4 - наружні пластини; 5 - внутрішні пластини; 6 - втулка; 7 - внутрішні пластини; 8 - втулка; 9 - наружні (направляючі) пластини; 10 - валик*

**Втулково-роликові ланцюги** (рис. 1.4, б) складаються з термічно оброблених (загартовуванням) пластин - зовнішніх 4 і внутрішніх 5, втулок і пальців, з'єднаних з допомогою запресовування; зовнішні пластини шарнірно встановлені на валикові 3, а внутрішні - на втулці 6.

Валики та втулки термічно оброблені. Внутрішні пластини відносно зовнішніх обертаються разом із втулкою

З метою попередження зносу зубів зірочок на втулки насаджені ролики. Розміри ланцюгів нормалізовані. Їх виготовляють однорядними та багаторядними; в останньому випадку валик подовжений.

**Переваги** втулково-роликових ланцюгів при правильній експлуатації та змащенні полягають в великій поверхні дотику втулки та валика та невеликому питомому тиску між ними, значному терміні служби ланцюга без ознак зносу, в високому ККД.

**Зубчасті ланцюги** (рис. 1.4, в), що називаються безшумними, використовують при великих швидкостях ланцюгового приводу. Вони складаються з набору пластин 7, 9, попарно з'єднаних запресованою в них втулкою 8. Валик 10 зв'язує пластини в ланцюг і водночас служить шарніром.

Передатне число в ланцюговій передачі  $i = \frac{d_{ВДМ}}{d_{ВДЧ}}$  та досягає 6 ... 8, а в тихохідних передачах можуть досягати 15.

Швидкість ланцюга в передачах вибирають до 15 м/с, а в швидкохідних передачах – до 25 м/с. Потужність, яка передається, може досягати 800 кВт.

Перевагами ланцюгових передач є можливість застосування в широкому діапазоні міжосьових відстаней, малі габарити та маса, легкість заміни та високий ККД. Недоліки – видовження в результаті зношування та необхідність натяжних пристроїв, нерівномірність швидкості.

Привідні ланцюги за конструкцією бувають втулково-роликові та зубчасті.

### **Порядок виконання роботи**

1. Вивчити будову лабораторної установки “Механічна трансмісія”. Використовуючи умовні позначення таблиці 1.3 скласти її кінематичну схему.
2. Визначити передаточні числа кожної із передач, вимірявши параметри передач. Знайти загальне передаточне число трансмісії. Дані занести в таблицю 1.2.
3. За допомогою тахометра виміряти частоту обертання валів всіх передач та розрахувати передаточні числа окремих передач та загальне передаточне число.
4. Визначити крутний момент, що розвивається електродвигуном.
5. Визначити ККД окремих передач (табл. 1.1.) та загальний ККД трансмісії. Розрахувати момент та потужність, яка передається, на вихідному валу трансмісії.

Таблиця 1.2.

### **Результати вимірювань**

Потужність двигуна, кВт		Частота обертання вала двигуна		Пасова передача			
				D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>
M <sub>1</sub> =		M <sub>2</sub> =		i=		i=	
Зубчаста передача				Конічна передача			
Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>
i=		i=		i=		i=	
Черв'ячна передача				Ланцюгова передача			
Z <sub>ч</sub>	Z <sub>к</sub>	n <sub>ч</sub>	n <sub>к</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>
i=		i=		i=		i=	
Загальне передаточне число							
Розрахункове							
Дослідне							
M <sub>1</sub> =		M <sub>2</sub> =					

# Лабораторна робота № 2

## ГІДРАВЛІЧНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

### Мета роботи:

1. В процесі виконання роботи студенти повинні вивчити:
  - а) призначення, переваги та недоліки гідравлічних систем керування робочими органами сільськогосподарських машин;
  - б) конструкцію, роботу гідравлічних систем керування та окремих вузлів і деталей.
2. Вивчити способи графічного зображення елементів гідроприводу (ГОСТ 2.780-68, 2.781-68, 2.782-68, 2.784-68).
3. Дослідним шляхом визначити основні параметри гідросистеми.

### Обладнання та інструмент:

1. Лабораторна установка гідравлічної системи
2. Мультимедійні презентації. Плакати, вузли, деталі гідравлічної системи керування в розрізі.
3. Вимірювальний інструмент: штангенциркуль, лінійка, секундомір.

### Основні правила техніки безпеки

1. Електроживлення до лабораторної установки може підключати лише лаборант або викладач, який проводить заняття.
2. Перед вмиканням установки попередити про це всіх, хто знаходиться в лабораторії.
3. Вмикання установки проводити лише з дозволу викладача, який веде заняття.

### **Загальні відомості**

Використання гідравлічних систем керування для приводу робочих органів сільськогосподарських машин обумовлено наступними їх перевагами: невелика маса, що припадає на одиницю потужності, невеликі розміри, реалізація великих передаточних чисел, безступеневе регулювання швидкостей виконавчих органів, незалежне розміщення складових одиниць системи, простота перетворення обертального руху в поступальний, зручність керування і легкість його автоматизації.

Застосування гідравлічного приводу на сільськогосподарських машинах дозволяє знизити їх масу, підвищити продуктивність деяких машин за рахунок примусового заглиблення робочого органу в ґрунт, розширити їх область застосування.

В якості робочої рідини, яка передає енергію від ведучої ланки (насоса) до виконавчого елемента (мотору, гідроциліндра), використовуються мастила на нафтовій основі: ВМГЗ МГ-30, індустріальні, веретенні, трансформаторні, турбінні, дизельні та інші.

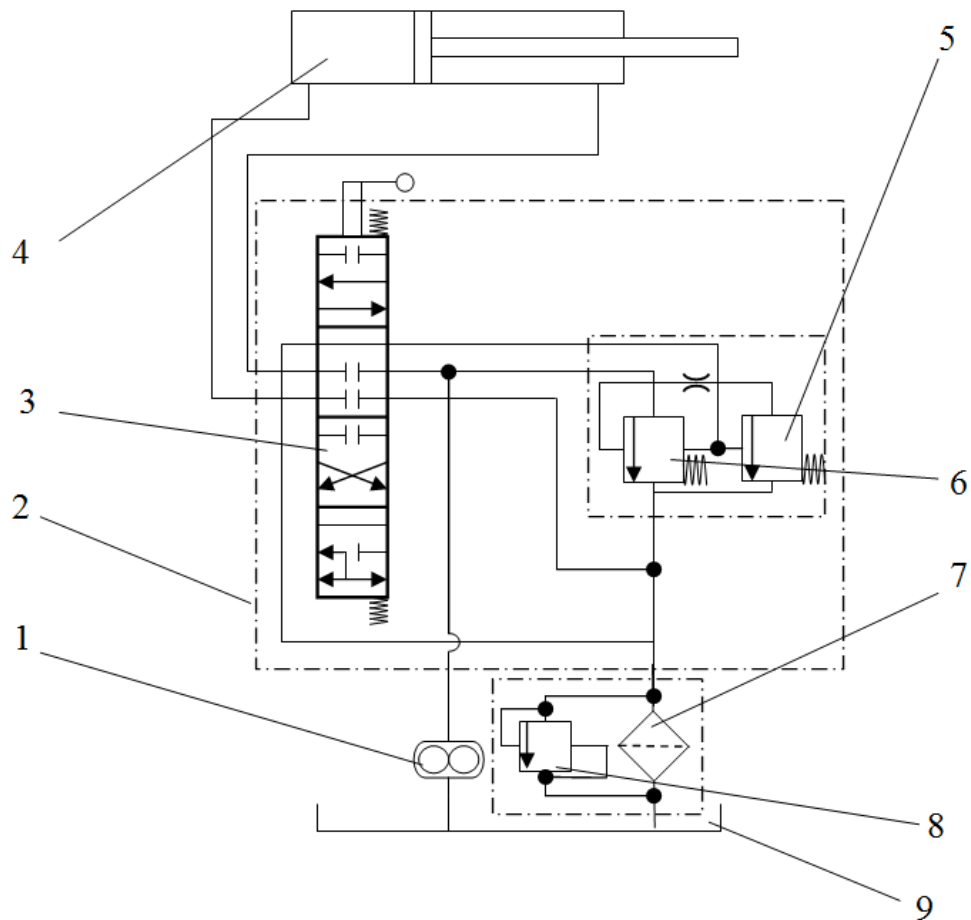
Основними показниками, які характеризують експлуатаційні властивості робочих рідин є щільність, в'язкість, змащувальна властивість, антиокисні, антикорозійні, антипінні та теплофізичні властивості, сумісність із компонентами гідросистеми, фізична та хімічна стабільність в процесі експлуатації та зберігання.

Гідравлічна система може бути безнасосною та насосною.

В безнасосній системі тиск рідини в командному та виконавчому циліндрах створюється зусиллям руки або ноги машиніста за принципом з'єднаних судин.

## Лабораторна установка

Лабораторна установка являє собою діючу гідравлічну систему, зібрану з основних вузлів гідросистем сільськогосподарських з приводом від електродвигуна. Принципова схема гідравлічної системи керування зображена на рисунку 2.1. і складається з насоса 1, який забирає масло із бака 8 і подає його в розподільник 2. Розподільник 2 складається з золотника 3 та запобіжного клапана 4. Масло із розподільника по трубопроводах 9 може подаватися в гідроциліндр 5 – в штокову або безштокову порожнину і з'єднувати обидві порожнини гідроциліндрів (плаваюче положення), зливатися в бак 8 (нейтральне положення). Із гідроциліндра масло проходить в розподільник, а звідти через фільтр 6 в бак. Якщо фільтр засмічений, то масло проходить через клапан 7 в бак 8 без очищення. Таким чином фільтр зберігається від руйнування.



**Рис. 2.1. Гідравлічна схема лабораторної установки:**

1 – насос; 2 – золотниковий гідравлічний розподільник; 3 – золотник розподільника; 4 – гідроциліндр; 5 – запобіжний клапан; 6 – перепускний клапан; 7 – фільтр; 8 – запобіжний клапан фільтра; 9 – бак.

### **Послідовність виконання роботи**

1. Ознайомитись з описом роботи та інструкцією з техніки безпеки.
2. Вивчити будову вузлів і деталей гідросистеми по стендах і плакатах.
3. Ознайомитись з лабораторною установкою гідравлічної системи керування та провести заміри.
4. Вивчити умовні позначення деталей і вузлів гідросистеми (табл. 2.2) та зобразити принципову схему гідросистеми.

5. Визначити основні параметри гідросистеми за результатами замірів заданих величин. Результати занести в таблицю 2.1.

6. Оформити звіт по лабораторній роботі.

### Основні розрахункові залежності

Вимірювання часу максимального ходу штока циліндра проводиться тричі. В таблицю заноситься середнє арифметичне значення. Час прямого та зворотного ходу вимірюється секундоміром, а хід штока по лінійці, встановленій на установці (рис. 2.1).

#### Розрахункова частина виконується в наступному порядку

1. Визначаємо швидкість прямого і зворотного ходу штока циліндра:

$$v = l / t_{cp}, \text{ м/с} \quad (2.1)$$

де  $l$  – хід штока, м;  $t_{cp}$  – середній час руху штока, с.

2. Визначаємо дійсну витрату рідини, що подається в циліндр за 1с.

$$Q_d = v \pi d_u^2 / 4, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.2)$$

де  $d_u = 0,09$  м – внутрішній діаметр циліндра, м.

3. Визначаємо теоретичну продуктивність насоса

$$Q_m = V_0 n, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.3)$$

де  $V_0 = 0,46 \cdot 10^{-4}$ , м<sup>3</sup>/об теоретична подача насоса НШ–46;  $n$  – дійсна частота обертання насоса в с<sup>-1</sup>

$$n = n_{дв} / i, \text{ 1/с} \quad (2.4)$$

де  $n_{дв} = 15,83$  1/с – частота обертання двигуна в 1/с;  $i = Z_2 / Z_1$  – передаточне відношення, тут  $Z_1 = 18$ ;  $Z_2 = 32$  – число зубів шестерні і зубчастого колеса.

4. Визначаємо об'ємний коефіцієнт корисної дії насоса, %

$$\eta_o = 100 Q_d / Q_m. \quad (2.5)$$

5. Визначаємо зусилля на штоці при прямому ході

$$F^п = P \pi d_u^2 / 4, \text{ кН} \quad (2.6)$$

де  $F^п$  – зусилля на штоці, кН;  $P = 70$  кПа – тиск в гідросистемі;  $d_u$  – внутрішній діаметр циліндра, м.

6. Визначаємо зусилля на штоці при зворотному ході

$$F^з = P \pi (d_u^2 - d_{ш}^2) / 4, \text{ кН} \quad (2.7)$$

де  $d_{ш} = 0,055$  – діаметр штока, м.

7. Потужність на штоці при прямому і зворотному ходах визначається за формулою:

$$N = FV, \text{ кВт} \quad (2.8)$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1.

$t^п_{cp}$	$t^з_{cp}$	$l^п=l^з$	$d_{ш}$	$Z_1$	$Z_2$	$V^п$	$V^з$	$Q_d$	$Q_m$	$i$	$n$	$\eta_{об}$	$F^п$	$F^з$	$N^п$	$N^з$

### **Питання для самоконтролю:**

1. Назвіть відмінності дизельного та карбюраторного ДВЗ.
2. З яких механізмів і систем складається ДВЗ?
3. Охарактеризуйте роботу чотирьохтактного ДВЗ?
4. З яких елементів складається кривошипно-шатунний механізм?
5. З яких деталей складається газорозподільний механізм?
6. Назвіть складові систем мащення, живлення, охолодження, запалювання. Для чого вони призначені?
7. Оформити звіт з практичного заняття.

### **Питання для самоперевірки:**

1. Наведіть призначення, загальну будову та призначення вузлів, агрегатів та приладів трактора.
  2. Наведіть кінематичну схему трансмісії (силової передачі) трактора та охарактеризуйте її основні елементи.
  3. Наведіть механізми керування трактора та дайте коротку характеристику.
  4. Оформити звіт з практичного заняття.
- 
1. Назвіть призначення, переваги та недоліки механічних трансмісій сільськогосподарських машин;
  2. Наведіть конструкцію та роботу пасової, ланцюгової, зубчастої та черв'ячної передач;

## **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Войтюк Д. Г., Яцун С. С., Довжик М. Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку : навч. посіб. / за ред. Д. Г. Войтюка. Суми : Університетська книга, 2008. 544 с.: іл.
2. Кобець А. С., Пугач А. М. Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин : практикум. Дніпропетровськ : Вид-во "Свідлер А.Л.", 2011. 164 с.
3. Сиротинський О. А., Дмишук М. Д. Механізація лісового і сільського господарства : Лабораторний практикум / За ред. О. А. Сиротинського. Частина I (Механізація сільського господарства) : навчальний посібник. Березне : Надслучанський інститут, 2007. 250 с.: іл.